УДК 629.3.083 https://doi.org/10.23947/2541-9129-2020-4-39-44

Повышение безопасности и надежности автомобилей семейства «ГАЗель» путем модернизации рамных конструкций

М. С. Долматов, С. А. Иванов, А. Г. Исаев
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. Грузовая рама представляет собой несущий элемент автомобиля, поскольку на нее устанавливаются кузов и шасси. Поэтому к данному узлу предъявляются высокие требования прочности. Для безопасной и надежной эксплуатации грузового автомобиля рама должна быть тщательно проверена и сбалансирована, поскольку даже незначительные изменения в геометрии могут негативно сказаться на общем состоянии и безопасной работе техники. Рассмотрены методы удлинения несущих элементов грузовых автомобилей на примере автомобиля малой грузоподъемности «ГАЗель».
Постановка задачи. Изготовление удлиненной рамы автомобиля — это высокотехнологичный процесс, который требует высокой точности, квалификации исполнителей и широкого спектра оборудования. Удлиненная рама добавляет автомобилю ряд преимуществ, которые, в свою очередь, дают возможность транспортировать грузы с более габаритными размерами. Поэтому основной целью данной работы является обеспечить возможность автомобилю перевозить крупногабаритные грузы. Также в процессе удлинения рамы проводится ее проверка на наличие трещин, разрывов и очагов коррозии и при необходимости выполняется ремонт, вследствие чего повышаются надежность, безопасность и долговечность конструкции в целом.
Теоретическая часть. При удлинении стандартной рамы с автомобиля демонтируется все навесное оборудование: топливные баки, кузов, трансмиссия, карданный вал. Остаются только кабина, мост и двигатель. Затем раму разрезают в трех местах. Два разреза выполняются на расстоянии 80 см в направлении от кабины к заднему мосту, а последний — на расстоянии 40 см от заднего моста в направлении заднего свеса. Затем на раму устанавливается более длинный швеллер и закрепляется заклепками, болтами, либо сваркой внахлест. После чего конструкцию собирают вновь. При этом учитывается перераспределение нагрузок и требования качественного выполнения всех видов работ.
Выводы. Рама является неотъемлемой частью не только грузовых автомобилей, но важной составляющей легковых автомобилей. Её техническое состояние так же важно, как и состояние, например, тормозной системы, так как это тоже обеспечивает безопасность как водителя, так и пешеходов. Удлинение рамы в условиях ремонтно-механических предприятий позволяет повысить грузоподъемность серийных автомобилей семейства «ГАЗель» при одновременном обеспечении их надежности и безопасности.

Ключевые слова: безопасность, надежность, несущие элементы, рама автомобиля, сварочное соединение, прочность, грузоподъемность, долговечность.

Для цитирования: Долматов, М. С. Повышение безопасности и надежности автомобилей семейства «ГАЗель» путем модернизации рамных конструкций / М. С. Долматов, С. А. Иванов, А. Г. Исаев // Безопасность техногенных и природных систем. — 2020. — № 4. — С. 39−44. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2020-4-39-44

Improving safety and reliability of Gazelle series vehicles by upgrading frame structures

M. S. Dolmatov, S. A. Ivanov, A. G. Isaev
Don state technical University (Rostov-on-don, Russian Federation)

Introduction. The cargo frame is a load-bearing element of the car, since the body and chassis are installed on it. Therefore, high strength requirements are imposed on this node. For safe and reliable operation of the truck, the frame must be adjusted and balanced, since even minor changes in the geometry can negatively affect the overall condition and safe operation of the equipment. This article discusses methods for lengthening the load-bearing elements of trucks on the example of a light-duty car "GAZelle".
Problem Statement. Car frame extension is a high-tech process that requires high precision, knowledge, and the use of a wide range of equipment. The extended frame adds a number of advantages to the car, which in turn makes it possible to transport cargo with larger dimensions. The main goal of this work is to enable the car to transport bulky cargo. Also, in the process of extending the frame, it is checked for cracks, breaks and corrosion foci and, if necessary, repairs are made, which increases the reliability, safety and service life of the entire structure as a whole.
Theoretical Part. When extending the standard support, all attachments are removed from the car: fuel tanks, body, transmission, drive shaft. All that remains is the cab, the bridge, and the engine. Then the frame is cut in three places.

Two cuts are made at a distance of 80 cm in the direction from the cab to the rear bridge, and the last one is made at a distance of 40 cm from the rear bridge in the direction of the rear overhang. Then a longer channel is installed on the frame. It is secured with rivets, bolts, or lap welding. After that, the structure is assembled back. This takes into account the redistribution of loads and the need for high-quality performance of all types of work.
Conclusion. The frame is an integral part of not only trucks, but also an important component of passenger cars, as well as light-duty vehicles. Its technical condition is just as important as the condition of, for example, the braking system, as it also ensures the safety of both the driver and pedestrians. The lengthening of the frame in the conditions of repair and mechanical enterprises allows you to increase the load capacity of serial cars of the GAZelle series while ensuring their reliability and safety

Keywords: safety, reliability, load-bearing elements, car frame, welding joint, strength, load capacity, durability.

For citation: Dolmatov M. S., Ivanov S. A., Isaev A. G. Improving safety and reliability of Gazelle series vehicles by upgrading frame structures: Safety of Technogenic and Natural Systems. 2020;4:39–44. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2020-4-39-44

Введение. Рама автомобиля является базовым элементом, воспринимающим нагрузки, передаваемые на подвеску, она предназначена для монтажа основных агрегатов и механизмов. Автомобили с короткой рамой пользуются меньшим спросом, чем автомобили, имеющие удлиненную конструкцию этой базовой части. Так как большинство грузоперевозок предназначены для крупногабаритных грузов, то появляется потребность в автомобилях с более длинным кузовом. Многие из этих потребностей не удовлетворяются заводами-изготовителями, поэтому удлинение рамы в условиях ремонтных предприятий является оптимальным техническим решением.

Конструкции таких узлов можно разделить на два типа. Первый — в виде удлиненного автомобильного кузова, используется для легковых автомобилей. Второй — при производстве рамных машин, транспортирующих крупногабаритные грузы. Различают несколько типов рам автомобилей: лестничная, хребтовая, вильчато-хребтовая и трубчатая. К преимуществам таких конструкций можно отнести равномерное распределение нагрузки во время преодоления дорожных препятствий, простота сборки, ремонта и обслуживания таких автомобилей, повышенная пассивная безопасность [1].

Основной целью данной работы является улучшение эксплуатационных возможностей автомобиля, а также повышение надежности и безопасности конструкции путем удлинения серийной малогаритной рамы. Рама является наиболее ответственным узлом автомобиля, поэтому **требуется высокое качество при ее** модернизации.

Удлинение рамы не приводит к повышению ее грузоподъемности, соответственно вмешательство в остальные системы автомобиля (ходовая часть, тормозная система, рессоры, колеса) не требуется, безопасность и надежность этих систем сохраняются. Модернизированная рама позволит установить на нее кузов большей длины, в результате чего автомобиль обретает возможность транспортировать крупногабаритные грузы [2].

В процессе удлинения выдерживается геометрия, все резьбовые соединения проверяются на целостность, сварные соединения проходят термическую и механическую обработку. Комплекс этих мероприятий значительно повышает надежность и безопасность автомобиля в целом.

Постановка задачи. На многих легких грузовиках кузов является опорной конструкцией. Он сочетает в себе ряд мощных боковых панелей, на которые передается вся нагрузка. Но на российских автомобилях серии «ГАЗель» нагрузка воспринимается рамой. В прошлом веке легковые автомобили, спроектированные на раме, пользовались большой популярностью. Это была классическая схема сборки [3]. Но со временем популярность автомобилей, смонтированных на несущей раме, уменьшалась в связи с удорожанием таких конструкций. В настоящее время только некоторые внедорожники и коммерческие автомобили грузоподъемностью от полутора тонн и более оснащены рамами. В настоящей статье модернизация рам рассматривается применительно к автомобилям серии «ГАЗель», характеристики которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики автомобилей серии «ГАЗель»

Марка автомобиля	Грузоподъёмность, кг	Базовая длина рамы, мм	Масса автомобиля, кг	Колесная база, мм	Задний свес, мм
ГАЗ 3302-216	1500	4800	2980	2900	1580
ГАЗель NEXT	1700	4920	3400	3145	1670
ГАЗ 33023	1800	4800	3200	2900	1550

На рис. 1 представлен общий вид рамы автомобиля «ГАЗель» Она изготовлена из толстостенной стали и объединяет два продольных швеллера. Для придания конструкции жесткости, в т. ч. при приложении крутящих моментов, она включает поперечные элементы, выполненные из трубы. Кроме того, рама имеет два подрамника. Первый — для обеспечения безопасности двигателя, второй содержит резиновые буферы и служит для поддержки коробки передач [4]. Буферы предназначены для гашения вибраций, которые передаются на раму и кузов во время эксплуатации автомобиля. Конструкция рамы включает подвеску для вала отбора мощности. На раме имеются отверстия, которые служат для фиксации салона на резиновых амортизаторах, крепления топливного бака, тормозных магистралей и других элементов подвески. В качестве буфера между рамой и днищем корпуса кабины находится деревянная балка. Она эффективно гасит удары, возникающие при движении по неровной дороге, а также не позволяет кузову перемещаться по поверхности рамы. В противном случае кузов будет быстро изнашиваться [5].



Рис. 1. Общий вид рамы автомобиля серии «ГАЗель»

Рассмотрим устройство стандартной рамы (рис. 2), которая устанавливается на «ГАЗель» с 1994 г. Наиболее нагруженными элементами рамы являются лонжероны 5 и 17, связанные между собой поперечинами 1, 3, 7, 8, 11, 12, 14, 15. Крепление поперечин, в особенности с применением косынок 9 и 10, обеспечивает жесткость конструкции. Задняя поперечина снабжена раскосом 13. Для монтажа комплектующих изделий автомобиля: силового агрегата, передней подвески, амортизатора, радиатора, буфера на раме предусмотрены кронштейны 2, 4, 6, 18–22. Кронштейн балансирной подвески снабжен прокладкой 16.

Длина рамы — 4,84 м, ширина — 1,12 м, высота — 0,29 м, масса — 128 кг. Рама предназначена для установки трехместной кабины и трехметрового кузова. Максимальная длина надстройки кузова — 3,2 м. Однако большинство владельцев автомобилей игнорируют последний параметр и устанавливают 3,5-метровый кузов на раму без ее удлинения. В результате более длинный кузов образует дополнительную нагрузку не только на раму, но и на автомобиль в целом, нагрузка на заднюю ось увеличивается, автомобиль становится менее стабильным и безопасным на дороге, маневренность автомобиля снижается [6]. Для установки 4-метрового кузова следует устанавливать заводскую раму длиной 5,85 м.

Теоретическая часть. Принцип удлинения короткой стандартной рамы довольно прост. С автомобиля демонтируется все навесное оборудование: цистерны, кузов, коробка передач, карданный вал. Остается только кабина, мост и двигатель. Затем раму разрезают в трех местах (рис. 3). Два разреза выполняются между задним мостом и кабиной, а последний — в задней части рамы. Затем на раме закрепляется удлиняющий швеллер с помощью заклепок, болтов, либо сваркой внахлест. После этого заново монтируют коробку перемены передач, топливные баки, а также специально удлиненный карданный вал [7].

На рис. 4 показана рама автомобиля ГАЗель NEXT после её удлинения. Наиболее целесообразное решение — модернизация заводской рамы. Ширина и длина ее остаются неизменными, а толщина лонжеронов

увеличится. Суть усиления заключается в установке дополнительных прокатных профилей на заводской элемент. При этом могут использоваться различные виды соединений [8].

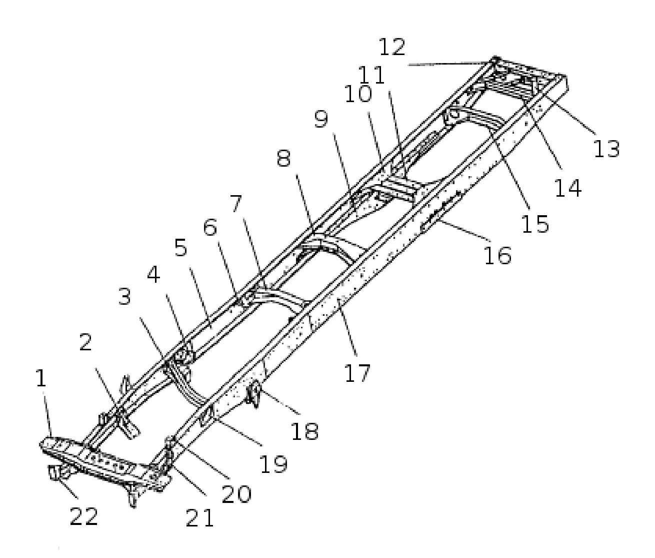


Рис. 2. Конструкция рамы автомобиля серии «ГАЗель»



Рис. 3. Места разреза рамы автомобиля ГАЗель NEXT



Рис. 4. Удлиненная рама автомобиля ГАЗель NEXT

Зачастую одной из наиболее распространенных причин деформации рамы являются следующие конструкторские просчеты при ее проектировании:

— несоответствие марки стали эксплуатационным нагрузкам транспортного средства;

— экономия завода на дополнительных материалах, усиливающих конструкцию рамы;

— несоответствие толщины конструктивных элементов рамы (лонжеронов, траверс, поясков и др.) рабочим нагрузкам.

Обычная «ГАЗель», например, ГАЗ 3302-216, имеет грузоподъемность полторы тонны. Целью армирования рамы является увеличение этого параметра. Владельцы автомобилей рассчитывают, что «ГАЗель» сможет перевозить 2,5 и более тонн, при этом рама будет выдерживать такую нагрузку. Однако необходимо учитывать несущую способность других элементов, особенно задней оси, подвески и сцепления. Стандартная

коробка перемены передач автомобиля ГАЗ 3110, которая устанавливается на «ГАЗель», не рассчитана на увеличенную грузоподъемность. Диск сцепления в этом случае также сможет выйти из строя. В такой ситуации изнашивается трансмиссия, мост чрезмерно нагружен, колеса выходят из строя при езде с препятствиями. Из этого можно сделать вывод, что даже с усиленной рамой «ГАЗель» не в состоянии перевозить больше, чем указано в паспорте технического средства. Это подтверждает также то обстоятельство, что на удлиненных промышленных модификациях автомобиля норматив грузоподъемности на 100–150 кг меньше, чем для обычных конструкций, т. к. удлинение кузова увеличивает собственную массу автомобиля. Поэтому удлинение рамы путем сварки является сомнительным выбором, а если и транспортировать грузы, то легкие и громоздкие. За перевозку грузов повышенного объема заказчик производит значительную доплату. Нередко удлиненная «ГАЗель» принимает грузы по типу пенопласта по 5-тонным тарифам.

Выводы. Рама является ответственной частью не только грузовых автомобилей, но и легковых. Её техническое состояние так же важно, как и состояние, например, тормозной системы, так как оно определяет безопасность как водителя, так и пешеходов. Сейчас все более становится актуальным усиление и удлинение рам грузовых автомобилей. Принцип удлинения стандартной рамы довольно прост. С автомобиля удаляется все навесное оборудование: цистерны, кузов, коробка перемены передач, карданный вал и др. Остается только кабина, мост и мотор. Затем раму разрезают в трех местах и устанавливается удлиняющий швеллер. Однако его монтаж сопровождается сварочными работами или применением дополнительных элементов крепления. Следует отметить, что такие соединения можно отнести к концентраторам напряжений, соответственно при выполнении таких работ необходимо уделять должное внимание упрочнению этих соединений.

Библиографический список

1. Портер, Л. Автомобильные кузова : Руководство по ремонту / Л. Портер. — Москва : Алфамер Паблишинг, 2007. — 276 с. — URL : https://www.studmed.ru/porter-lindsi-per-avtomobilnye-kuzova-rukovodstvo-po-remontu_76ccb1d25e2.html (дата обращения : 20.10.2020).

2. Исаев, А. Г. Расчет параметров шероховатости поверхностей при обработке деталей шарико-стержневым упрочнителем / А. Г. Исаев // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения : сб. ст. 8-й междунар. науч.-практ. конф. в рамках 18-й междунар. агропром. выставки Интерагромаш-2015. — Ростов-на-Дону, 2015. — 1 электрон. опт. диск (СД).

3. Исаев, А. Г. Методы упрочнения деталей при ремонте несущих систем автомобилей / А. Г. Исаев, А. А. Дроботов // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства : матер. междунар. науч.-техн. конф. — Тюмень : Изд-во Тюм. индустр. ун-та, 2018. — С. 122–125.

4. Дрозд, М. С. Определение механических свойств металла без разрушения / М. С. Дрозд. — Москва : Металлургия, 1965. — 172 с.

5. Филатов, В. И. Пластмассы в приборах и механизмах / В. И. Филатов. — Ленинград : Машиностроение, 1983. — 270 с.

6. Короткий, А. А. Упрочнение сварных соединений при ремонте рам грузовых автомобилей / А. А. Короткий, А. Г. Исаев, М. С. Долматов // Актуальные проблемы науки и техники :_матер. национ. науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону : Изд-во Дон. гос. тех. ун-та, 2019. — С. 468–469.Кудрявцев, И. В. Внутренние напряжения как резерв прочности в машиностроении / И. В. Кудрявцев. — Москва : Машгиз, 1951. — 278 с.

8. Осепчугов, В. В. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчёта : Учебник для вузов / В. В. Осепчугов, А. К. Фрумкин. — Москва : Машиностроение, 1989. — 358 с.

Сдано в редакцию 02.09.2020
Запланирована в номер 09.10.2020

Об авторах:

Долматов Михаил Сергеевич, магистрант кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4348-5565, seedkeed@gmail.com

Иванов Сергей Алексеевич, магистрант кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1924-3091, ivanovserga1998@mail.ru

Исаев Александр Геннадьевич, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8986-7353, Isaev278@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

М. С. Долматов — сбор исходного материала, подготовка текста, формирование теоретической части работы, корректировка выводов; С. А. Иванов — участие в производственных исследованиях, обработка и оформление результатов; А. Г. Исаев — научное руководство, формирование основной концепции, целей и задач исследования, формулирование выводов.

Submitted 02.09.2020
Scheduled in the issue 09.10.2020

Authors:

Dolmatov, Mikhail S., Master's degree student, Department of Operation of Transport Systems and Logistics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4348-5565, seedkeed@gmail.com

Ivanov, Sergey A., Master's degree student, Department of Operation of Transport Systems and Logistics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1924-3091, ivanovserga1998@mail.ru

Isaev, Aleksandr G., Associate professor, Department of Operation of Transport Systems and Logistics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Cand. Sci., ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8986-7353, Isaev278@mail.ru

Contribution of the authors:

M. S. Dolmatov — collection of source material, preparation of the text, formulation of the theoretical part of the work, correction of conclusions; S. A. Ivanov — participation in production research, processing and registration of results; A. G. Isaev — scientific supervision, formulation of the main concept, goals and objectives of the study, formulation of conclusions.